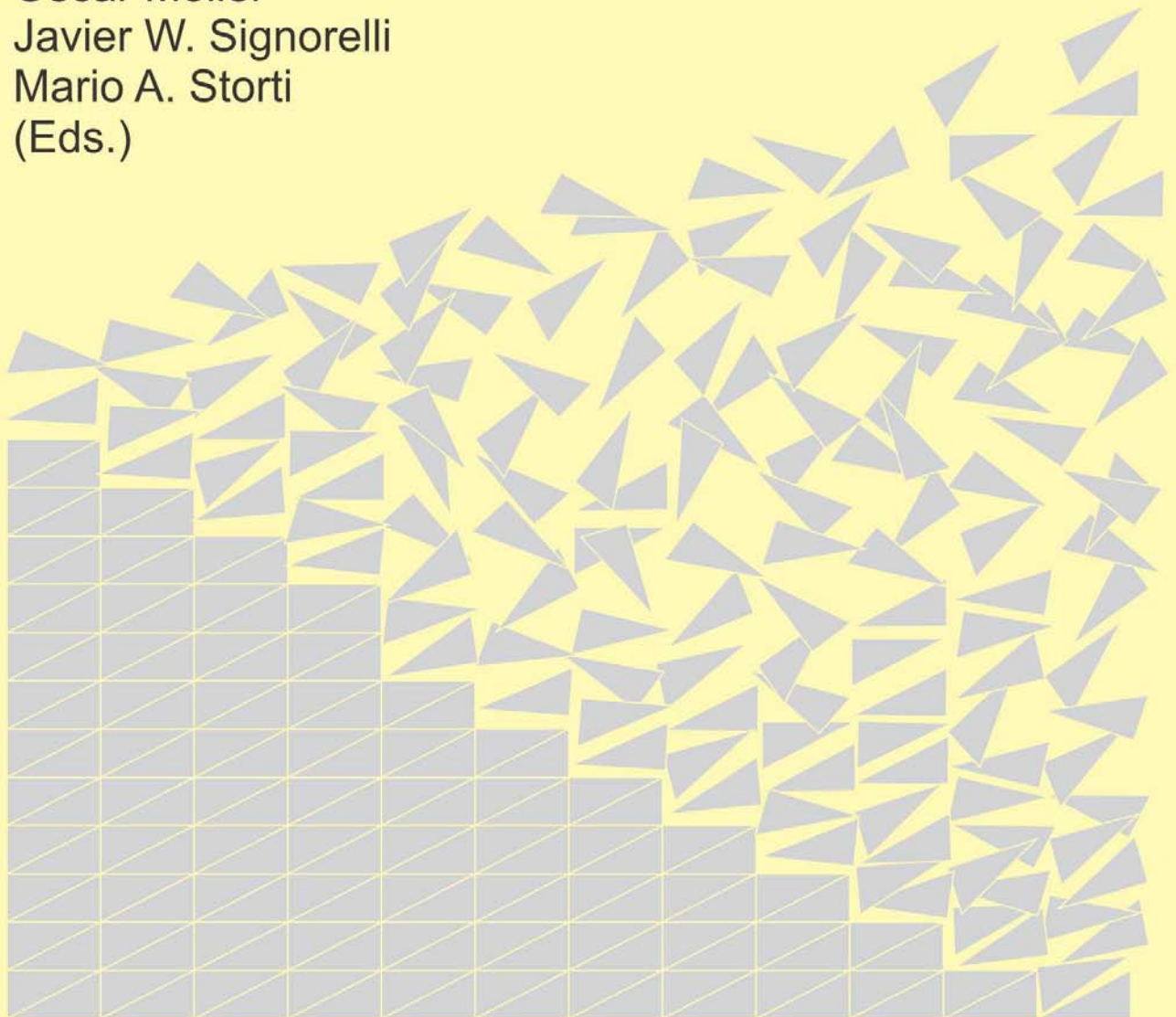


ISSN 1666-6070

MECÁNICA COMPUTACIONAL

Vol. XXX

Oscar Möller
Javier W. Signorelli
Mario A. Storti
(Eds.)



Asociación Argentina de
Mecánica Computacional



Publicado en 2011 por AMCA
Imprenta Macagno S.R.L.
La Rioja 2753 - 3000 Santa Fe
1-4 Noviembre 2011, Rosario, Argentina
ISSN 1666-6070

LA VÍA EFERENTE MEDIAL COMO MECANISMO PROTECTOR DE LA AUDICIÓN

**María Hinalaf^a, Ester C. Biassoni^a, Mario R. Serra^a, Marta P. Pavlik^a, Carlos A. Curet^b,
Mónica G. Abraham^a, Jorge Perez Villalobo^a, Silvia Joeques^c, Andrea Righetti^c and
María R. Yacci^c**

^a *Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), Unidad Asociada del CONICET, Facultad Regional Córdoba (FRC), Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Maestro López esq. Cruz Roja Argentina, X5016ZAA Córdoba, Argentina, acustica@scdt.frc.utn.edu.ar, <http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/cintra/>*

^b *Centro de Implantes Cocleares – Otoaudiológico de Alta Tecnología (COAT), Urquiza 40, 5000 Córdoba, Argentina, curet@arnet.com.ar*

^c *Instituto de Estadísticas y Demografía (IED) de la Facultad de Cs. Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), joekess@eco.unc.edu.ar*

Palabras Claves: Vía Eferente Medial, Supresión Contralateral de las Otoemisiones Acústicas, Audiometría en los rangos convencional y extendido de alta frecuencia, Adolescentes.

Resumen. En el marco de la línea de Conservación de la Audición implementada en el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), se estudia el aspecto auditivo de adolescentes entre 14 y 15 años pertenecientes a una Escuela Técnica de la Ciudad de Córdoba. Se realiza un seguimiento auditivo que abarca un período de 4 años, realizando los siguientes estudios: a) Supresión Contralateral (SC) de las Otoemisiones Acústicas Transitorias (TEOAEs), que evalúa el funcionamiento de la Vía Eferente Medial, y b) Audiometría en los rangos convencional (250–8000) Hz y extendido de alta frecuencia (8000–16000) Hz, que determina el umbral auditivo del adolescente. Varias investigaciones apoyan la hipótesis que la Vía Eferente Medial actúa como mecanismo protector para reducir el daño del receptor durante las exposiciones a ruido intenso que pueden ser causa de deterioro auditivo. El objetivo, en esta etapa inicial de trabajo, es analizar la posible relación entre el efecto supresor de la SC y los umbrales auditivos. Se presentan los resultados del primer año de estudio destacando la importancia de continuar evaluando el riesgo de daño auditivo en la etapa adolescente.

1 INTRODUCCION

En la actualidad, existe una gran variedad de fuentes sonoras a las que se encuentran expuestos los adolescentes pero en su mayoría provienen principalmente de actividades relacionadas con música, ya sea en el hogar, fuera de él o a través del uso de reproductores personales de música (Serra y cols., 1998; Müller y cols., 2010).

La exposición a altos niveles sonoros durante sus actividades de ocio podría dañar tempranamente la audición, especialmente en los oídos más sensibles.

Existen claros síntomas auditivos que padecen los adolescentes como resultado de una creciente exposición a altos niveles sonoros, tales como tinnitus, dificultad para comprender la palabra hablada en ambientes ruidosos, desplazamientos temporales del umbral auditivo (Meecham y Hume, 2001; Biassoni y cols., 2005; Morata, 2007; Serra y cols., 2007). Estos síntomas y la exposición prolongada a altos niveles sonoros podrían conducir gradualmente al daño auditivo permanente e irreversible.

Es por ello que a nivel internacional se incrementa la preocupación por la exposición a altos niveles sonoros de los jóvenes y sus consecuencias sobre el aparato auditivo.

En un estudio longitudinal se comprobó el riesgo de dañar más tempranamente la audición en aquellos adolescentes con mayor sensibilidad auditiva. Los resultados mostraron la importancia de las actividades recreativas caracterizadas por alto nivel sonoro unido a “oídos sensibles” o “frágiles” como causa de deterioro auditivo prematuro en la gente joven (Serra y cols, 1998; 2003; 2005; Biassoni y cols 2005).

Existe una vía eferente medial, conformada por un haz olivococlear que se origina en la zona medial del complejo olivar superior y se proyecta principalmente a la cóclea contralateral hasta inervar directamente a las células ciliadas externas (CCE) (Rasmussen, 1946). Las fibras que tienen su origen en el tallo cerebral, son muy importantes, puesto que por su intermedio, los centros regulan la función coclear (Curet, 1988).

Esta vía posee implicancias audiológicas como son: facilitar la atención selectiva mejorando la audición cuando existe un medio ambiente enmascarador y mejora la capacidad para identificar una señal en el ruido (Werner, 2001). Según la literatura, la función que mayor importancia se le atribuye a esta vía es la protección de las células sensoriales del órgano de Corti frente a los estímulos sonoros de intensidad elevada. Varias investigaciones apoyan la hipótesis que la vía eferente medial actúa como mecanismo protector para reducir el daño del receptor durante la exposición a ruido intenso (Rajan, 2000; 2001; Valeiras y cols, 2005). Ello ha permitido considerar a esta vía como un reflejo intrínseco coclear que actúa como protector del oído ante el ruido. La vía eferente cumple una función moderadora de la contracción de las CCE, protegiendo al oído ante ruidos excesivos y mejorando la sensibilidad de la audición cuando el ambiente es ruidoso (Werner, 2001).

El estudio del funcionamiento de esta vía se evalúa a través de la Supresión Contralateral (SC) de las Otoemisiones Acústicas (OAEs), la cual se considera una técnica objetiva, sencilla e incruenta para evaluar la vía (Werner, 2001; Valeiras y cols, 2005; Muñiz y cols, 2006). Si bien la SC se aplica en los distintos tipos de OAEs, en la presente investigación, específicamente se estudia la SC en las Otoemisiones Acústicas Transitorias (TEOAEs).

Internacionalmente se continúa investigando sobre las funciones de la vía eferente junto con las posibles aplicaciones y utilidades clínicas de la SC.

En relación a la pérdida auditiva inducida por ruido se conoce que algunas personas presentan una vulnerabilidad especial frente a la exposición excesiva de ruido, debido a que poseen “oídos sensibles” o “lábilis”, mientras que otros se caracterizan por tener lo que se denomina “oídos duros”, es decir, que toleran más el impacto acústico excesivo sin daño auditivo evidente o con un déficit auditivo significativamente menor en comparación a los

oídos lábiles. El mecanismo subyacente de este fenómeno no se conoce completamente, es por ello la importancia de indagar sobre la vía eferente medial y la función protectora contra la exposición excesiva a ruido (Maison y Liberman, 2000).

A su vez, se conoce que una de las principales aplicaciones clínicas de la audiometría en el rango extendido de alta frecuencia es que puede revelar pérdidas auditivas neurosensoriales relacionadas con exposición a ruido antes que esta pérdida sea evidente en las frecuencias hasta 8000 Hz (Gauz, Smith y Hinkle, 1986; Goldstein et al., 1987).

El presente trabajo se desarrolla en el marco de un Programa de Conservación y Promoción de la Audición en Adolescentes implementado en el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA) de la ciudad de Córdoba, Argentina. El objetivo de la presente investigación, en esta primera etapa, es analizar en adolescentes, los resultados obtenidos de la SC para relacionarlos con los umbrales auditivos correspondientes al rango convencional y extendido de alta frecuencia. En etapas posteriores interesa determinar si la SC puede ser una herramienta útil para la identificación de la sensibilidad auditiva individual frente al ruido, principalmente en aquellas personas que están expuestas a niveles sonoros altos durante tiempos prolongados.

2 METODOLOGÍA

2.1 Participantes

Se trabaja con adolescentes pertenecientes a Escuelas Técnicas (IPEMs) de la Ciudad de Córdoba, quienes participan en el Programa implementado por el CINTRA. El estudio es de tipo longitudinal, abarca un período de 4 años en cada Escuela. Se inició en el año 2006 con la Primera Escuela (Escuela N° 1), incorporándose anualmente un nuevo establecimiento educativo. En la actualidad la investigación continúa en desarrollo. Se presentan aquí los resultados obtenidos de 69 adolescentes en el primer año de trabajo en la Escuela N° 1.

Los adolescentes cursaban Tercer Año del Ciclo Básico Unificado cuando participaron en el estudio (Test), con edades que oscilaban entre 14 y 15 años. Se trabajó con los adolescentes que aceptaron la participación voluntaria y contaban con el consentimiento informado firmado por sus padres o tutores. A través del consentimiento se los interiorizó sobre las características del estudio auditivo, su finalidad y procedimiento.

Se incluyeron en la muestra aquellos adolescentes que tuvieran: a) las TEOAEs presentes en ambos oídos, es decir, dentro de los parámetros considerados normales; b) el oído medio sin alteración.

Los criterios establecidos para determinar las TEOAEs presentes fueron: Reproducibilidad $\geq 70\%$ y una Relación Señal Ruido (SNR) ≥ 6 dB SPL en al menos 3 de las frecuencias estudiadas (1000, 1500, 2000, 3000, 4000) Hz.

El criterio para descartar cualquier problema conductivo, fue que la Timpanometría, con Timpanograma tipo A de acuerdo a la clasificación de Jerger, indicara un buen funcionamiento timpano-oscicular.

2.2 Lugar del Trabajo

Para la realización del estudio auditivo se dispone de una cabina audiométrica móvil, acústicamente acondicionada que cumplimenta con el ambiente exigido por la Normativa vigente —IRAM 4028-1 (1977) e ISO 8253-1 (1989)— en relación a su aislamiento sonoro del ruido exterior y a la absorción sonora interior. El diseño, construcción y optimización de la cabina audiométrica móvil fue llevado a cabo, como un desarrollo tecnológico, dentro del Programa del CINTRA.

2.3 Procedimiento

Para el estudio auditivo se realizó:

- Cuestionario de Estado Auditivo, aplicado individualmente, para conocer antecedentes que pueden afectar la función auditiva. Fue construido *ad hoc* siguiendo los lineamientos aportados por la Norma ISO TC 43: CD 389-5.
- Otoscopía, para conocer el estado del canal auditivo.
- Timpanometría, para determinar el estado del oído medio y su relación con los posibles problemas conductivos.
- Audiometría, en los rangos convencional y extendido de alta frecuencia.
- SC de las TEOAEs.

2.4 Timpanometría

Para conocer el funcionamiento del oído medio, se aplicó el estudio de la Timpanometría. Este estudio proporciona información objetiva de las variaciones de presión de aire en el Conducto Auditivo Externo y permite conocer la mecánica timpano-osicular. La representación gráfica de este estudio se denomina Timpanograma. Se consideró, de acuerdo a la clasificación de Jerger, una Timpanometría dentro de los parámetros normales cuando se obtuvo un Timpanograma Tipo A. Un timpanograma normal indica que el sistema del tímpano y huesecillos del oído medio funcionan sin alteración (Sonanellas Soler, 2003).

2.5 Audiometría

Se realizó audiometría en los rangos convencional (250–8000) Hz y extendido de alta frecuencia (8000–16000) Hz, como método subjetivo, cumplimentando con las Normas IRAM 4028-1, ISO 8253-1 e ISO 8253-5, a fin de determinar el umbral auditivo, es decir el nivel mínimo de intensidad que el adolescente es capaz de percibir en las frecuencias evaluadas.

Para llevar a cabo el estudio se consideraron los siguientes pasos:

- El ajuste de los auriculares, para lograr la colocación óptima en el sujeto, se aplicó, en un oído, una señal de 8000 Hz con un nivel sonoro entre los 20/30 dB HL. La colocación óptima del auricular se obtuvo cuando el sujeto posicionó el auricular una vez lograda la percepción del tono al máximo nivel sonoro. Luego se realizó el mismo ajuste para el otro oído.
- Los saltos del estímulo auditivo fueron fijados en 3 dB HL para una mayor discriminación.
- Para determinar los umbrales auditivos, el procedimiento comenzó en el rango convencional con la frecuencia 1000 Hz y se continuó hasta 8000 Hz. Luego se repitió 1000 Hz y se descendió hasta los 250 Hz. Para el rango extendido, se repitió la frecuencia 8000 Hz y se continuó hasta los 16000 Hz. Las frecuencias 1000 y 8000 Hz fueron medidas dos veces por oído, considerándose como umbral al valor mínimo obtenido en su respuesta.

De acuerdo a los resultados de la audiometría se dividió a los oídos estudiados en dos grupos:

- a) “Normal”: umbrales auditivos dentro de los parámetros normales ≤ 18 dB HL en cada una de las frecuencias analizadas en ambos rangos de frecuencias;
- b) “Con Descenso”: umbrales auditivos > 18 dB HL en una ó más frecuencias evaluadas.

2.6 Supresión Contralateral (SC) de las Otoemisiones Acústicas Transitorias (TEOAEs)

Se realizó el estudio de la SC aplicando el siguiente procedimiento:

- a) TEOAEs en cada oído por separado, en forma ipsi u homolateral. Se utilizó estímulo

“click”, modo “no lineal”, con una intensidad de aproximadamente 80 dB SPL. Las frecuencias estudiadas fueron 1000, 1500, 2000, 3000 y 4000 Hz.

b) TEOAEs en el oído homolateral y al mismo tiempo estimulación del oído contralateral con masking (Banda Ancha), provisto por el audiómetro, a una intensidad de 50 dB HL. En la supresión de las OAEs la señal contralateral, puede ser ruido de banda ancha, ruido de banda estrecha o tono puro, siendo el más efectivo el ruido de banda ancha debido a que produce mayores efectos supresores en comparación con los otros estímulos acústicos (Collet y cols., 1994).

Para estudiar la vía eferente medial se realizó la verificación del efecto supresor observando la variación de la amplitud general de las TEOAEs sin y con estimulación acústica contralateral (EAC). Para la presente investigación se consideró presencia de efecto supresor si la diferencia de los valores obtenidos en la amplitud general sin EAC y con EAC era positiva, en caso de ser negativa se consideró ausencia del efecto supresor.

2.7 Equipamiento para el estudio auditivo

Para el estudio auditivo se utilizaron los siguientes instrumentos:

1. Otoscopio clínico.
2. Impedanciómetro automático “Minitymp” Kamplex MT10 Interacoustics.
3. Equipo de OAEs Otodynamics DP ECHOPORT ILO 292 USB II. Sonda UGD TE+DPOAE Probe, que provee el mismo equipamiento
4. Laptop con Sistema Operativo Windows XP y software de análisis clínico y gestión de datos ILOV6. Este software permite el registro y realización de los estudios de las OAEs.
5. Audiómetro Madsen Orbiter 922. Sonda EAR TONE A3 para la aplicación del masking en el oído Contralateral para evaluar la SC y auriculares normalizados Sennheiser HDA 200 para la realización de la audiometría.
6. Cabina Audiométrica, con niveles de ruido interno dentro de los parámetros exigidos.

2.8 Análisis estadístico

Para el estudio del nivel de significación del efecto supresor (diferencia de la amplitud general sin y con EAC) en relación a ambos oídos se aplicó el test T Student.

Se utilizó un Modelo Lineal General para mediciones repetidas cuando se analizaron: la amplitud de las frecuencias comparándolas entre sí; las diferencias de la amplitud sin y con EAC de todas las frecuencias y el efecto supresor con los umbrales auditivos correspondientes a las frecuencias evaluadas en la audiometría.

Para la comparación de las diferencias de amplitud sin y con EAC se aplicó un test T apareado. En todos los casos se consideró un nivel de significación del 5% ($p < 0,05$).

Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para analizar la posible relación entre el efecto supresor y los umbrales auditivos correspondientes a las frecuencias evaluadas en la audiometría.

Para el análisis estadístico se utilizaron los software SPSS Versión 17 e InfoStat Versión 10 (Di Rienzo y cols., 2010).

3 RESULTADOS

a) Supresión Contralateral de las Otoemisiones Acústicas: Para el análisis de los resultados obtenidos de las TEOAEs en las instancias sin y con EAC se trabajó con los siguientes datos:

- amplitud general (dB SPL).

- amplitud (dB SPL) en las frecuencias 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 Hz.
 - efecto supresor (diferencia de la amplitud general sin y con EAC).
- b) Audiometría:** Para el análisis de los resultados se trabajó con los umbrales auditivos correspondientes al rango convencional y extendido de alta frecuencia.

3.1 Supresión Contralateral de las Otoemisiones Acústicas

La muestra estuvo conformada por 69 adolescentes, en quienes se estudiaron las diferencias del efecto supresor entre oído izquierdo-derecho mediante el test T Student. No se encontraron diferencias significativas entre ambos oídos, lo que permitió evaluar el efecto supresor considerando 138 oídos para el análisis estadístico.

Del total de la muestra (138 oídos) se observaron 33 oídos (24%) con ausencia del efecto supresor y 105 oídos (76%) con presencia del efecto supresor.

Se analizó, en los oídos con presencia del efecto supresor, el nivel de significación de la amplitud de las frecuencias comparándolas entre sí y las diferencias de la amplitud sin y con EAC de todas las frecuencias, usando un Modelo Lineal General para mediciones repetidas. De acuerdo al análisis, se observó un nivel de significación alto ($p < 0,0001$) en la amplitud de las frecuencias comparadas entre sí y diferencias entre la amplitud sin y con EAC de todas las frecuencias; además los resultados mostraron ausencia de interacción entre la amplitud sin y con EAC.

Posteriormente se aplicó el Test T apareado para determinar la significación de las diferencias entre las amplitudes sin y con EAC para cada frecuencia (Tabla 1). En todos los casos esta diferencia fue significativa indicando una disminución en la amplitud luego de aplicar la EAC.

Frecuencia (Hz)	n	Promedio Sin EAC	Promedio Con EAC	Diferencia	T ^(*)	Significación p-valor
1000	105	7,00	5,97	1,04	6,40	0,0001
1500	105	8,32	7,05	1,27	12,18	0,0001
2000	105	5,63	4,47	1,16	7,99	0,0001
3000	105	2,95	2,04	0,91	6,81	0,0001
4000	105	0,30	-0,11	0,42	2,30	0,0117

(*) Valor observado de T

Tabla 1: Significación de las diferencias entre las amplitudes sin EAC y con EAC de cada frecuencia

3.2 Supresión Contralateral de las Otoemisiones Acústicas y Audiometría

De acuerdo a los resultados obtenidos del estudio de la audiometría el 76% (105 oídos) corresponden al Grupo Normal, mientras que el 24% (33 oídos) pertenecen al Grupo Con Descenso.

Del total de los oídos que presentaron efecto supresor el 75% (79 oídos) pertenecen al Grupo Normal y el 25% (26 oídos) pertenecen al Grupo Con Descenso. Del total de los oídos con ausencia del efecto supresor el 79% (26 oídos) pertenecen al Grupo Normal, mientras que el 21% (7 oídos) pertenecen al Grupo Con Descenso.

Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para analizar la posible relación entre las diferencias de la amplitud general sin y con estimulación acústica (efecto supresor) y los

umbrales auditivos de las frecuencias evaluadas. Los resultados mostraron ausencia de correlación entre efecto supresor y los umbrales auditivos. No obstante, se decidió estudiar los umbrales auditivos de los oídos que tuvieron presencia y ausencia de efecto supresor empleándose para ello el Modelo Lineal General para mediciones repetidas.

En el análisis se consideró al efecto supresor como factor de agrupamiento y a los umbrales auditivos, como mediciones repetidas sobre el mismo individuo. Los resultados no mostraron influencia del efecto supresor sobre los umbrales auditivos. Con respecto a los umbrales auditivos de las frecuencias evaluadas, el análisis muestra diferencias altamente significativas entre ellas. No se observó interacción significativa entre ellas.

Posteriormente se analizaron los umbrales auditivos de todos los oídos evaluados según presencia o ausencia de efecto supresor. Para ello se aplicó un Test T a efectos de determinar la significación de las diferencias entre los umbrales auditivos de oídos con presencia y ausencia del efecto supresor para cada frecuencia (Tabla 2). En todos los casos esta diferencia no fue significativa (con excepción de la frecuencia 2000 Hz).

Frecuencia (Hz)	n Con Efecto Supresor	n Sin Efecto Supresor	Promedio Con Efecto Supresor	Promedio Sin Efecto Supresor	T ^(*)	Significación p-valor
250	105	33	4,03	5,00	-1,19	0,1172
500	105	33	4,26	4,45	-0,22	0,4120
1000	105	33	-0,23	0,36	-0,71	0,2407
2000	105	33	-1,09	1,09	-2,21	0,0144
3000	105	33	6,28	7,36	-1	0,1588
4000	105	33	7,43	7,09	0,33	0,6287
6000	105	33	6,09	5,55	0,45	0,6745
8000	105	33	-0,49	0,55	-1,05	0,1483
9000	105	33	3,71	3,27	0,36	0,639
10000	105	33	3,86	4,55	-0,48	0,3144
11200	105	33	6,57	7,91	-0,81	0,2109
12500	105	33	6,37	7,64	-0,55	0,2913
14000	105	33	5,69	6	-0,1	0,4594
16000	105	33	3,83	4,36	-0,19	0,4262

(*) Valor observado de T

Tabla 2: Significación de las diferencias entre los umbrales auditivos de cada frecuencia con presencia y ausencia del efecto supresor

4 CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Las funciones de la vía eferente medial y los alcances clínicos de la SC aún continúan en proceso de investigación.

En los últimos años se ha incrementado la atención sobre los roles que posee esta vía. Muchos investigadores atribuyen que una de sus funciones es actuar como mecanismo protector ante la exposición a ruido intenso (Rajan, 2000; 2001; Werner, 2001; Valeiras y cols, 2005).

Por esta razón, en la investigación que se realiza sobre el tema, en la cual el presente trabajo es una parte de ella, se plantea realizar el seguimiento auditivo para conocer si el

estudio de la vía eferente medial permite conocer la sensibilidad individual ante la exposición a altos niveles sonoros en la etapa adolescente.

Existen hallazgos que evidenciarían que la aplicación del registro de las OAEs en combinación con el efecto supresor contralateral y la fatiga auditiva podrían ser válidos en la identificación de la sensibilidad individual frente al ruido (Morant y Mata, 1999). De confirmarse estas evidencias, la SC podría servir como herramienta para la predicción de la susceptibilidad a padecer una hipoacusia neurosensorial por exposición a ruido (Lalaky, 2003). Los resultados obtenidos de una investigación realizada por Muñiz y cols., en 2006, sugieren que las diferencias en la activación del reflejo de la vía olivococlear medial son la principal contribución a las diferencias en la vulnerabilidad ante el ruido.

Este interrogante hace que se investigue si los cambios subclínicos en las OAEs y las anomalías en la SC pueden llegar a ser predictivos en los casos de hipoacusias inducida por ruido (Lalaky, 2003).

En esta investigación, los resultados sobre el efecto supresor mostraron que estuvo presente en el 76% de los oídos, es decir que, en estos oídos se observó una diferencia significativa de la amplitud general sin EAC y con EAC. Además, se observó una reducción en la amplitud en todas las frecuencias evaluadas luego de la aplicación de la EAC manifestando una diferencia estadísticamente significativa. De acuerdo a los resultados mencionados se podría inferir que en los oídos con presencia de efecto supresor se produjo una mayor actividad en la regulación sobre las CCE luego de la aplicación de la EAC, por lo tanto, esto podría estar indicando que en estos oídos el mecanismo reflejo tendría una acción protectora ante la exposición a ruido.

En relación al efecto supresor y a la audiometría, los resultados de todos los oídos evaluados no muestran relación entre ambas variables. No obstante, se observaron que los umbrales promedios de los oídos con ausencia de efecto supresor se encontraban, en la mayoría de las frecuencias evaluadas, levemente descendidos en comparación a los umbrales auditivos de aquellos oídos con presencia de efecto supresor. Si bien, en este primer año de estudio, esta diferencia no fue estadísticamente significativa, a excepción de la frecuencia 2000 Hz, es de interés conocer si en el Retest (cuarto año de estudio) los umbrales promedios de los oídos con ausencia de efecto supresor acentúan su desplazamiento en comparación a los oídos con presencia de efecto supresor.

Cabe recordar que, en esta etapa del estudio, la edad de los adolescentes oscilaba entre los 14 y 15 años, período en que recién comenzaban a intensificar la participación en actividades recreativas que suponen una alta exposición a niveles sonoros. La repetición del estudio a los mismos adolescentes en el Retest, de acuerdo a lo planificado en el proyecto de investigación, es lo que permitirá conocer con precisión el comportamiento del mecanismo protector de la vía a través del tiempo en relación a los umbrales auditivos.

Sin embargo, los resultados que merecen mayor atención fueron que el 24% (33 oídos) ya presentaba desplazamiento/s de los umbrales auditivos en una ó más frecuencias evaluadas y que en aquellos oídos con ausencia de efecto supresor, el 21% (7 oídos) se encontraba en el Grupo Con Descenso. Estos resultados estarían indicando que a pesar que desde temprana edad algunos adolescentes ya presentan un desplazamiento en la audiometría existe un grupo de mayor riesgo auditivo considerando a aquellos que tuvieron descenso en sus umbrales acompañados de ausencia de efecto supresor. De acuerdo a esto se podría inferir que en este grupo de riesgo aparentemente la vía eferente medial podría no estar protegiendo adecuadamente a las CCE en situaciones de exposición a sonidos intensos. A causa de ello surge la hipótesis de que estos oídos podrían ser caracterizados al presente como “oídos sensibles” a la sobrestimulación acústica y a futuro podrían llegar a manifestar un deterioro

auditivo temprano. En otras palabras, de confirmarse esta hipótesis, la ausencia de la SC podría contribuir en la identificación temprana de la sensibilidad auditiva de los adolescentes expuestos a dosis elevadas de ruido no ocupacional. Por tanto, es de suma importancia la continuidad del estudio a fin de conocer a largo plazo qué sucede con este grupo de adolescentes en relación a los umbrales auditivos conjuntamente con la función de la vía eferente medial como mecanismo protector.

En conclusión, en esta primera etapa de investigación, se observó una reducción de la respuesta de las TEOAEs luego de la estimulación acústica contralateral por lo que se podría inferir que existe un efecto supresor y posiblemente la vía estaría actuando como mecanismo de protección en la mayoría de los adolescentes evaluados independientemente de los umbrales auditivos. El objetivo de la investigación que aquí se describe es continuar con el estudio de la SC en los mismos adolescentes durante los tres años siguientes a fin de profundizar sobre la especificidad de la prueba y poder relacionarlo con los cambios que se van produciendo en los umbrales para permitir determinar si este estudio podría predecir la sensibilidad individual ante la exposición a ruido.

REFERENCIAS

- Biassoni, C., Serra, M.R., Ritcher, U., Joekes, S., Yacci, M., Carignani, J., Abraham, S., Minoldo, G. y Franco, G. Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescent. Part II: development of hearing disorders. *International Journal of Audiology*, 44: 74-86, 2005.
- Collet, L., Veuillet, E., Moulin, A., Morlet, T., Giraud, A. L., Micheyl, C. & Chéry-Croze, S. Contralateral auditory stimulation and otoacoustic emissions: a review of basic data in humans. *Br J Audio.*, 28, 213-8, 1994.
- Curet, C. *E.R.A. Audiometría por respuestas eléctricas. Potenciales precoces auditivos*. Argentina: CTM Servicios Bibliográficos S.A., 1988
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, C.W.. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. InfoStat versión 2010.
- Gauz, M. T., Smith, M. M., & Hinkle, R. R. The simplified HF E-800 high-frequency audiometer: Clinical applications. *Journal of Audiological Research*, 26 (2), 121-134, 1986.
- Goldstein, B., Shulman, A., & Kisiel, D. Electrical high-frequency audiometry. Preliminary medical audiology experience. *Audiology*, 26 (6), 321-31, 1987.
- Lalaky, P. (2003). OAEs in early detection and monitoring of Noise-Induced Hearing Loss (NIHL). Disponible en: <http://www.otoemissions.org/>
- Maison, S. F. & Liberman, M. C. "Predicting vulnerability to acoustic injury with a noninvasive assay of olivocochlear reflex strength," *J. Neurosci.*, 20, 4701-4707, 2000
- Meecham, E. y Hume, K. Tinnitus, attendance at night-clubs and social drug taking in students. *Noise & Health*, 3(10): 53-62, 2001
- Morant, A. & Mata, M. J. Individual susceptibility assessment to noise by otoacoustic emissions. *Mapfre Medicina*, 202-206, 1999.
- Morata, T. Young people: their noise and music exposure and the risk of hearing loss. *International Journal of Audiology*, 46: 111-112, 2007.
- Muñiz, J. F., Ventura Morant, A., Algarra, M. J. Estudio de la correlación existente entre el efecto supresor contralateral y la Fatiga auditiva mediante Otoemisiones Acústicas Transitorias. *Acta Otorrinolaringol Esp.*, 57, 199-203, 2006.
- Müller, J., Dietrich, S. & Janssen, T. Impact of three hours of discotheque music on pure-tone thresholds and distortion product otoacoustic emissions. *J. Acoust. Soc. Am.*, 128, (4),

- 1853–1869, 2010.
- Rajan, R. Centrifugal pathways protect hearing sensitivity at the cochlea in noisy environments that exacerbate the damage induced by loud sound. *J. Neurosci.*, 20, 6684–6693, 2000.
- Rajan, R. Cochlear outer hair cell efferents and complex-sound-induced hearing loss: protective and opposing effects. *J. Neurophysiol.*, 86, 3073–3076, 2001.
- Rasmussen, G. L. The olivary peduncle and other fiber projections of the superior olivary complex. *J Comp Neurol.*, 84, 141–220, 1946.
- Serra, M. R., Biassoni, E. C., Carignani, J. A., Minoldo, G., Franco, G., Serra, S., Pollet, A., Joekes, S. & Blanch, N. Propuesta metodológica para el estudio de los efectos auditivos de la música a altos niveles sonoros en adolescentes. *Fonoaudiológica*, 44 (3), 52–60, 1998.
- Serra, M. R.; Biassoni, E. C., Richter, U., Carignani, J. A., Minoldo, G., Franco, G., Abraham, S., Joekes, S. & Yacci, M. R. Hábitos recreativos y audición en los Adolescentes. Resultados de cuatro años de estudio. *Otolaringológica*, 25 (4), 3–25, 2003.
- Serra, M. R., Biassoni, E. C., Ritcher, U., Minoldo, G., Franco, G., Abraham, S., Carignani, J. A., Joekes, S. & Yacci, M. R. Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part I: an interdisciplinary long-term study. *International Journal of Audiology*, 44 (2), 65–73, 2005.
- Serra, M., Biassoni, E., Hinalaf, M., Pavlik, M., Pérez, J., Curet, C., Minoldo, G., Abraham, S., Moreno, J., Reynoso, R., Barteik, M., Joekes, S. y Yacci, M. Program for the conservation and promotion of hearing among adolescents. *American Journal of Audiology*, 16: 158–164, 2007.
- Solanellas Soler J. *Timpanometría. Impedancia auditiva: El impedanciómetro*. En: AEPap ed. Curso de actualización Pediatría. Madrid: Exlibris Ediciones, 2003.
- Valeiras, M., Dios, C., Porto, I. & Labella, T. Estudio del sistema olivococlear medial mediante la supresión contralateral de las otoemisiones acústicas. *ORL-DIPS*, 32 (3), 122–129, 2005.
- Werner, A. F. Los mecanismos protectores de la cóclea ante el ruido. *Rev. Fonoaudiológica*, 47 (3), 42–49, 2001.